

Revolucionando el ensamblaje: mejora del tiempo de ciclo en la industria automotriz

Danna Valentina Bermúdez Sánchez^a, Dayana Alexandra Pinzón Álvarez^b,
Carlos Arturo Gómez Sánchez^c, Hebandreyna González García^d

^a Programa de Ingeniería Industrial, Corporación Universitaria del Meta - UNIMETA. Villavicencio, Meta, Colombia.

^b Programa de Ingeniería Industrial, Corporación Universitaria del Meta - UNIMETA. Villavicencio, Meta, Colombia.

^c Programa de Ingeniería Industrial, Corporación Universitaria del Meta - UNIMETA. Villavicencio, Meta, Colombia.

^d Docente investigadora, Corporación Universitaria del Meta - UNIMETA. Villavicencio, Meta, Colombia. 

RESUMEN

La industria automotriz evoluciona de forma constante y demanda procesos de producción cada vez más eficientes y flexibles; en ese contexto, la optimización del tiempo de ciclo en las líneas de ensamblaje constituye un desafío crítico. El objetivo de este artículo es revisar, a partir de la literatura disponible, cómo las metodologías Lean Manufacturing y SMED (*Single-Minute Exchange of Dies*) contribuyen a reducir el tiempo de ciclo y el tiempo de cambio entre modelos en la industria automotriz. Para ello se realizó una revisión documental de alcance descriptivo sobre artículos científicos y trabajos de grado publicados principalmente entre 2016 y 2023. La literatura revisada muestra que la aplicación conjunta de Lean Manufacturing y SMED permite reducir de manera considerable el tiempo de cambio de versión —un caso documentado reporta una reducción del 73,3 %—, con efectos asociados sobre la productividad, la flexibilidad ante la demanda y la calidad del producto. Se concluye que estas metodologías, sostenidas en el tiempo y con participación de toda la organización, constituyen una estrategia efectiva de mejora continua para el sector.

Palabras clave: líneas de ensamblaje; Lean Manufacturing; sistema SMED; optimización de procesos; tiempo de ciclo.

Revolutionizing Assembly: Improving Cycle Time in the Automotive Industry

ABSTRACT

The automotive industry evolves constantly and demands increasingly efficient and flexible production processes; in this context, optimising cycle time on assembly lines is a critical challenge. The aim of this article is to review, from the available literature, how the Lean Manufacturing and SMED (*Single-Minute Exchange of Dies*) methodologies contribute to reducing cycle time and changeover time between models in the automotive industry. A descriptive documentary review was conducted on scientific articles and undergraduate theses published mainly between 2016 and 2023. The reviewed literature shows that the joint application of Lean Manufacturing and SMED can substantially reduce version-changeover time —one documented case reports a 73.3 % reduction— with associated effects on productivity, flexibility in the face of demand, and product quality. It is concluded that these methodologies, sustained over time and with the participation of the whole organisation, constitute an effective continuous-improvement strategy for the sector.

Keywords: assembly lines; Lean Manufacturing; SMED system; process optimisation; cycle time.

* Autor de correspondencia.
Correo electrónico:
hebandreyna.gonzalez@unimeta.edu.co

I. Introducción

La industria automotriz ha experimentado un crecimiento sostenido, impulsado por la optimización de sus procesos y la mejora de la calidad de sus productos (Organización Internacional del Trabajo, 2020). El aumento de la demanda global ha llevado a la implantación de sistemas de producción en serie altamente eficientes, como las líneas de ensamblaje, que permiten responder a las crecientes exigencias del mercado y se fundamentan en los principios de la organización científica del trabajo (Vargas *et al.*, 2016).

La ingeniería industrial ha sido fundamental en la creación y el perfeccionamiento de estas líneas, mediante herramientas como el análisis de tiempos y movimientos, la teoría de restricciones y la simulación (Bello *et al.*, 2020). La teoría de restricciones ayuda a optimizar los procesos al identificar los cuellos de botella que limitan la capacidad de producción, mientras que la simulación permite predecir el comportamiento de las líneas y ajustar la disposición de los recursos (Sarria *et al.*, 2017).

La dinámica actual de los mercados exige, sin embargo, mayor flexibilidad y adaptabilidad. Para afrontarla, la industria ha adoptado tecnologías avanzadas como la automatización y la inteligencia artificial (Aguirre *et al.*, 2020), que aportan precisión y reducen el error humano, junto con metodologías de mejora continua —Lean Manufacturing y Six Sigma— que minimizan el desperdicio y mantienen el foco en la calidad (Ospino, 2020). La incorporación de tecnologías de la Industria 4.0 —Internet de las Cosas, análisis de datos en tiempo real y robótica colaborativa— ha hecho posible un control más preciso de los procesos (F. Morales, 2023), y la manufactura aditiva ha ampliado la personalización de los vehículos. Paralelamente, el compromiso con la sostenibilidad ha impulsado prácticas de fabricación más limpias, con reducción del consumo energético y reciclaje de materiales (Del Ángel *et al.*, 2023).

En este marco, el presente artículo se propone revisar cómo dos metodologías específicas de mejora continua —Lean Manufacturing y SMED— contribuyen a optimizar el tiempo de ciclo de ensamblaje, entendido como el tiempo necesario para completar una unidad, y el tiempo de cambio entre modelos. El objetivo general es analizar, a partir de la literatura, el aporte de Lean Manufacturing y SMED a la mejora de la calidad, la flexibilidad y la productividad en las líneas de ensamblaje automotriz. El documento se organiza en cuatro secciones: metodología de la revisión, resultados y discusión, y conclusiones.

II. Metodología

Este trabajo corresponde a una revisión documental de alcance descriptivo, de naturaleza cualitativa y con base en un paradigma interpretativo. Siguiendo a Hurtado de Barrera (2010), la revisión documental es el proceso mediante el cual se recopila, revisa, analiza, selecciona y extrae información de diversas fuentes sobre un tema particular, con el fin de comprenderlo.

La búsqueda se realizó sobre artículos científicos y trabajos de grado publicados principalmente entre 2016

y 2023, en español. Se emplearon como descriptores los términos «Lean Manufacturing», «SMED», «tiempo de ciclo», «línea de ensamblaje» e «industria automotriz». Se incluyeron los documentos que reportaran aplicaciones o revisiones de estas metodologías en contextos manufactureros, y se excluyeron los de carácter estrictamente comercial. La información se organizó en dos ejes de análisis: el sistema SMED y la filosofía Lean Manufacturing.

III. Resultados y discusión

La literatura converge en que la optimización del tiempo de ciclo en la industria automotriz no depende de una técnica aislada, sino de la articulación de un diagnóstico riguroso con dos familias de herramientas: la reducción del tiempo de cambio (SMED) y la eliminación sistemática del desperdicio (Lean Manufacturing). Antes de aplicarlas, los estudios coinciden en la necesidad de un análisis de la situación inicial mediante el mapeo del proceso y del flujo de valor (E. Morales *et al.*, 2023), que establezca una línea base de tiempos de ciclo e inactividad, y de la identificación de los problemas críticos con herramientas como el análisis de Pareto o el diagrama de Ishikawa. El seguimiento se apoya en indicadores clave —tiempo de ciclo, eficiencia general del equipo (OEE) y defectos por millón de oportunidades (DPMO)— que permiten cuantificar el impacto de las mejoras (Chávez *et al.*, 2021).

A. El sistema SMED

El sistema SMED reúne técnicas diseñadas para realizar las operaciones de cambio de utillaje en menos de diez minutos. Aunque ese umbral no siempre es alcanzable para toda operación, el método reduce de manera significativa el tiempo de cambio en la mayoría de los casos en que se aplica (Dávalos *et al.*, 2023). La literatura documenta su implementación en una estación de trabajo de corte de la industria automotriz para mejorar el tiempo de cambio de versión —el conjunto de herramientas, terminales y piezas objeto de corte—. En el caso reportado, los *tracks* de sellos y las herramientas debían solicitarse previamente a un área denominada Tool Shop, gestión que generaba un tiempo muerto considerable; tras la implementación de SMED, ese tiempo se redujo en un 73,3 % respecto del proceso original (Dávalos *et al.*, 2023).

Conviene precisar que esta cifra corresponde al caso documentado por la fuente citada y no a una medición realizada por los autores de esta revisión.

B. La filosofía Lean Manufacturing

El término Lean Manufacturing designa un conjunto de principios y herramientas de gestión de la producción orientados a la mejora continua mediante la minimización del desperdicio, entendido como toda actividad que no aporta valor (Juan de Dios *et al.*, 2021). Su caso de implementación más emblemático es el de Toyota Motor Corporation: la filosofía se gestó tras la Segunda Guerra Mundial y se consolidó en la década de 1980, cuando la compañía desarrolló un sistema de producción

orientado a mejorar la productividad y la competitividad (Sarria et al., 2017), base de lo que luego sería el esquema Just-in-Time. En la década de 1990, la obra *The Machine That Changed the World* sistematizó las bases de la filosofía Lean aplicada a la producción.

Las fuentes revisadas coinciden en que el mayor efecto se obtiene de la aplicación conjunta de ambas familias de herramientas: SMED reduce el tiempo de cambio y, con él, aumenta la flexibilidad; Lean elimina las actividades que no agregan valor a lo largo del ciclo. A ello se suman técnicas complementarias de control de calidad, como el control estadístico de procesos (SPC) y los dispositivos Poka-Yoke, que previenen errores en cada fase del ensamblaje (Hernández et al., 2018). El sostenimiento de estas mejoras exige, según la literatura, un sistema de producción estandarizado, esquemas Just-in-Time para la entrada de materias primas (Bravo, 2023) y un seguimiento continuo de los indicadores bajo el ciclo de mejora continua (PDCA).

Esta revisión presenta limitaciones. Al tratarse de una revisión documental de alcance descriptivo, no genera datos primarios ni permite establecer, por sí misma, la magnitud del efecto de estas metodologías en un contexto concreto. Además, la búsqueda se restringió a fuentes en español publicadas en un período acotado, lo que puede haber dejado fuera literatura relevante. Finalmente, el caso de reducción del 73,3 % procede de una única fuente y no debe generalizarse.

IV. Conclusiones

La literatura revisada respalda que la aplicación conjunta de Lean Manufacturing y SMED constituye una estrategia efectiva para optimizar los procesos de producción en la industria automotriz: reduce costos, mejora la calidad y aumenta la flexibilidad. Los beneficios trascienden el ámbito estricto de la producción e impactan en toda la cadena de valor, lo que fortalece la competitividad de las empresas en el mercado global.

No obstante, la evidencia también indica que estos resultados no son automáticos: dependen de un diagnóstico previo riguroso, de un sistema de indicadores que permita medir el impacto y, sobre todo, de un compromiso organizacional sostenido en el tiempo. La mejora continua es, ante todo, una cultura, y su implantación requiere la participación activa de todos los miembros de la organización.

Como línea de trabajo futura se sugiere un estudio de caso aplicado en una planta o taller de la región, que mida el efecto real de la implementación de SMED y Lean sobre el tiempo de ciclo y permita contrastar los hallazgos de esta revisión con datos primarios locales.

Tipo de artículo

Artículo de revisión.

Procedencia

Este artículo se deriva de una investigación desarrollada en el espacio académico Metodología de la Investigación del programa de Ingeniería Industrial de la Corporación Universitaria del Meta.

Financiación

Autofinanciado. Institución patrocinadora: Corporación Universitaria del Meta.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés financiero o personal que pueda haber influido en los resultados o la interpretación de este estudio.

Referencias

- Aguirre, J., et al. (2020). Aplicación de la inteligencia artificial en la industria automotriz. *RISTI — Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 149–158.
- Bello, D., Murrieta, F., & Cortés, C. (2020). Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de energías limpias. *Revista Ciencia Administrativa*, (1), 1–9.
- Bravo, V. (2023). Just in time para optimizar la productividad en las empresas. *Revista Horizonte Empresarial*, 10(1), 138–146.
- Chávez, L., Lozano, D., Mejía, D., Morris, L., & Ospina, J. (2021). KPIs en la gestión de los procesos productivos. *Revista Teinnova*, 5(1), 100–109.
- Dávalos, E., Luna, E., Míman, G., Valderrama, M., & Rivera, Y. (2023). Single-Minute Exchange of Die (SMED) para mejorar la productividad en el sector industrial: una revisión sistemática de la literatura entre 2012 y 2022. En *21st LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*. Buenos Aires, Argentina.
- Del Ángel, J., Galindo, J., & López, F. (2023). Panorama teórico de la adopción de la sostenibilidad en la industria automotriz. *Revista Vinculatégica EFAN*, 9(6), 112–133.
- Hernández, T., Gómez, K., Ibarra, G., Vargas, M., & Máynes, A. (2018). Implementación de Poka-Yoke en herramienta para disminución de PPM en estación de ensamble. *Revista CULCyT*, 115(64), 57–63.
- Hurtado de Barrera, J. (2010). *Metodología de la investigación. Guía para la comprensión holística de la ciencia*. Ediciones Quirón.
- Juan de Dios, J., Pariona, R., Pichardo, F., & Malpartida, J. (2021). Aplicación de Lean Manufacturing en empresas productoras de calzado. *Revista de Investigación Científica y Tecnológica Llamkasun*, 2(4), 77–98.
- Morales, E., Coronado, H., Medina, I., Reyes, M., & López, R. (2023). Aplicación del mapeo de flujo de valor para la mejora de procesos sobre pedido: caso de estudio. *Revista Ciencia Latina Internacional*, 7(5), 10818–10830.
- Morales, F. (2023). *Robotización y digitalización en la industria: caso de VW Navarra* [Tesis de pregrado, Universidad de Valladolid].
- Organización Internacional del Trabajo. (2020). *El futuro del trabajo en la industria automotriz y la necesidad de invertir en la capacidad de las personas y el trabajo decente y sostenible*.
- Ospino, J. (2020). *Importancia de la filosofía Lean en la industria automotriz* [Tesis de pregrado, Universidad de Pamplona].
- Sarria, M., Fonseca, G., & Bocanegra, C. (2017). Modelo metodológico de implementación de Lean Manufacturing. *Revista EAN*, (83), 51–71.
- Vargas, J., Muratalla, G., & Jiménez, M. (2016). Lean Manufacturing, ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción? *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, 5(17), 153–174.